

OSCILLATORY WAVE DRIVE

Patent Number: JP2000262077
Publication date: 2000-09-22
Inventor(s): KANAZAWA HAJIME
Applicant(s): CANON INC
Requested Patent: ☐ JP2000262077
Application Number: JP19990059656 19990308
Priority Number(s):
IPC Classification: H02N2/00
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To increase the output of a motor and output torque by compounding the flexural oscillation of a disc with the bending oscillation of a center shaft, and forming driving oscillation at an oscillator for driving or an oscillator disc part.

SOLUTION: When the columnar part of an oscillator 1 causes bending oscillation in the axial direction by driving a piezoelectric element 5, two waves (the peak of traveling wave is formed in two directions: the same direction as the bending direction of the columnar part and the direction opposed to it, respectively.) are formed. Namely, the resonance frequencies of a disc flexural mode and a columnar part axis bending mode are met each other to form axis bending disc flexure compound mode. Rotation is made around axis at the cycle of AC voltage to which deformation due to the oscillation of the axis bending - disc flexure compound mode is applied. By the neck part 4a of the oscillator 1, the disc part bending oscillation increases on a connection part side with the disc part. As a result, the amplitude of a disc mode also increases, so that the rotational speed of a mobile body 10 also becomes higher.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-262077
(P2000-262077A)

(43) 公開日 平成12年9月22日 (2000.9.22)

(51) Int.Cl.⁷
H 0 2 N 2/00

識別記号

F I
H 0 2 N 2/00

データベース* (参考)
C 5 H 6 8 0

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-59656

(22) 出願日 平成11年3月8日 (1999.3.8)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 金沢 元

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74) 代理人 100067541

弁理士 岸田 正行 (外2名)

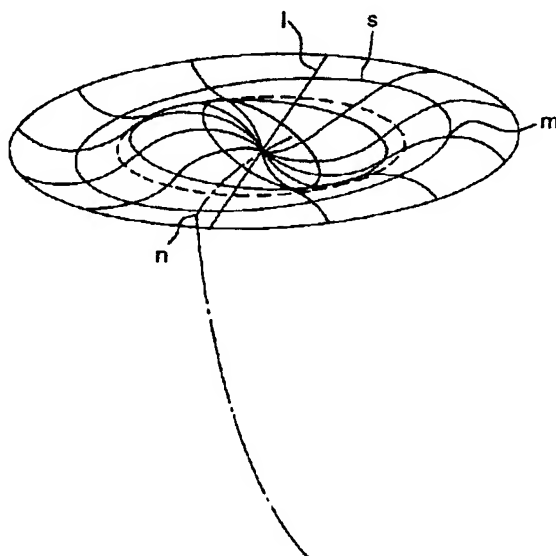
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 振動波駆動装置

(57) 【要約】

【課題】 モータの出力および出力トルクを増大させること
ができる振動波駆動装置を提供する。

【解決手段】 圧電素子5への交番信号の印加で駆動振動
が形成される振動体1を、圧電素子5の駆動により中心
軸に対して曲げ振動を発生する振動体柱状部4と、振動
体柱状部4の中心軸に直交する円板のたわみ振動を発生
する振動体円板部3とで構成し、振動体円板部3のたわ
み振動モードと振動体柱状部4の中心軸の曲げ振動モー
ドの連成振動を生じさせることによって、振動体1の摩
擦接触部2に駆動のための振動を生じさせる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 駆動用の電気-機械エネルギー変換素子に交番信号を印加することにより、駆動用の振動が形成される振動体を有する振動波駆動装置において、前記振動体は、前記電気-機械エネルギー変換素子により起振用の進行波が形成される起振用振動体部と、前記起振用振動体部の振動により励振されて駆動用進行波が形成される駆動用振動体部とが一体に形成されることを特徴とする振動波駆動装置。

【請求項2】 駆動用の電気-機械エネルギー変換素子に交番信号を印加することにより、駆動用の振動が形成される振動体と、前記振動体と加圧接触する接触体とを有し、前記振動体と前記接触体とが相対移動する振動波駆動装置において、前記振動体は、前記電気-機械エネルギー変換素子により起振用の進行波が形成される起振用振動体部と、前記起振用振動体部の振動により励振されて駆動用進行波が形成される駆動用振動体部とが一体に形成されることを特徴とする振動波駆動装置。

【請求項3】 前記振動体の起振用振動体部は柱状に形成され、前記駆動用振動体部は円板状に形成され、前記起振用振動体部の軸中心と前記駆動用振動体部の軸中心とを略一致させて一体に形成したことを特徴とする請求項1または2に記載の振動波駆動装置。

【請求項4】 前記振動体の起振用振動体部には前記電気-機械エネルギー変換素子により曲げ振動の合成で起振用の進行波が形成され、前記駆動用振動体部には、前記起振用の進行波により、前記駆動用振動体部の平面方向における曲げ変位による駆動用の進行波が形成されることを特徴とする請求項1、2または3に記載の振動波駆動装置。

【請求項5】 前記振動体の前記起振用振動体部は、振動変位拡大用の切欠き部を有することを特徴とする請求項1、2、3または4に記載の振動波駆動装置。

【請求項6】 前記振動体は、前記駆動用振動体部の駆動用進行波が形成される駆動面を凸部としたことを特徴とする請求項1、2、3、4または5に記載の振動波駆動装置。

【請求項7】 前記接触体を移動体とし、回転駆動される前記接触体の回転力が伝達されて出力を取り出す回転出力部材を有することを特徴とする請求項2、3、4、5または6に記載の振動波駆動装置。

【請求項8】 駆動用の電気-機械エネルギー変換素子に交番信号を印加することにより、駆動面に駆動のための振動を形成する振動体と、前記振動体の駆動面に加圧手段を介して接触する接触体とを有し、前記振動体と前記接触体とは摩擦駆動により相対移動する振動波駆動装置において、前記振動体は、前記電気-機械エネルギー変換素子の駆動により中心軸に対して曲げ振動を発生する振動体柱状

部と、前記振動体柱状部の中心軸に直交する円板のたわみ振動を発生する振動体円板部を有し、前記振動体円板部のたわみ振動モードと前記振動体柱状部の中心軸の曲げ振動モードの連成振動を生じさせることによって、振動体の摩擦接触部に駆動のための振動を生じさせることを特徴とする振動波駆動装置。

【請求項9】 中心軸の曲げ振動モードを生じさせる振動体柱状部に、中心軸に垂直な平面での断面積が他の部分よりも小さいくびれ部を有することを特徴とする請求項8に記載の振動波駆動装置。

【請求項10】 円板のたわみ振動モードを生じさせる前記振動体円板部に、前記接触体と加圧接触する径方向から見て凸形状の摩擦接触部を有することを特徴とする請求項8または9に記載の振動波駆動装置。

【請求項11】 前記振動体は、前記振動体柱状部の軸方向に対して対称の位置に前記振動体円板部を設け、前記各振動体円板部の摩擦接触部に対応して前記接触体をそれぞれ配置したことを特徴とする請求項8、9または10に記載の振動波駆動装置。

【請求項12】 前記接触体を移動体とし、回転駆動される前記接触体の回転力が伝達されて出力を取り出す回転出力部材を有することを特徴とする請求項8、9、10、または11に記載の振動波駆動装置。

【請求項13】 軸方向に沿って前記振動体を複数組配置し、前記複数組の各振動体に対応の前記各接触体の出力を取り出すようにしたことを特徴とする請求項11に記載の振動波駆動装置。

【請求項14】 前記振動体の駆動力を用いて被駆動体を駆動することを特徴とする請求項1、3、4、5または6に記載の振動波駆動装置。

【請求項15】 前記接触体の駆動力を用いて被駆動体を駆動することを特徴とする請求項2ないし13のいずれかに記載の振動波駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は振動波駆動装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来多用されている振動波駆動装置としての振動波モータには、円環型および円板型のものや例えば特開平5-207761号公報などの棒状タイプのもの等があり、円環型のものと棒状タイプのものは光学機器等に搭載されている。以下、棒状タイプの振動波モータについて図7および図8を用いて説明する。

【0003】図7において、101は振動体であり、金属等からなる弾性体109、110と、これら弾性体109、110の間に挟持された圧電素子群111とで構成されている。弾性体109はモータの骨格部材となるボルト状の支持棒105の大径のネジ部105aに螺着され、弾性体110は支持棒105の大径の頭部105

bにより押されて弾性体109との間に圧電素子群111を挟持している。弾性体109の上端には、図8に詳しく示すように、摩擦リング109cが接合されている。

【0004】102は弾性体109の上端面に対向配置された接触体であるロータであり、このロータ102の下端部には接触バネ部102aが形成され、この接触バネ部102aの先端に設けられた摺動部102dの下端摩擦面が摩擦リング109cの摩擦面に圧接されている。接触バネ部102aは、図13に示すように、主にモータ径方向にたわむ薄肉のバネ部102bと、モータ軸と略直角に延びるバネ部102cとから構成されている。

【0005】ロータ102には、出力ギヤ104が嵌着固定されており、このギヤ104はベアリング103の外輪に嵌着されている。ベアリング103の内輪はモータ取付け用フランジ106に嵌着固定され、フランジ106は支持棒105の先端部近傍部分105cに嵌着固定されている。

【0006】また、ロータ102の内周部にはバネ受け107が嵌着固定されており、バネ受け107の振動体側端部と出力ギヤ104の端部との間にはロータ102の摺動部102dを摩擦リング109cに圧接させるための加圧バネ108が配置されている。

【0007】このように構成された振動波駆動装置としての振動波モータにおいて、圧電素子群111に互いに位相が90度ずれた交流電圧を印加すると、これら圧電素子群の伸縮によって振動体101には図7に矢印で示す方向への首振り運動と、これと位相が異なる紙面に垂直な方向への首振り運動が生ずる。

【0008】接触面(振動体101の上面)からみると、この振動は1波の進行波に相当する。この振動体101に、接触バネ部102aを有するロータ102を加圧接触させると、ロータ102は波頭付近の1カ所のみで弾性体109と接触し、逆方向に回転駆動される。この出力はロータ102とベアリング103の外輪に嵌着されたギヤ104とにより外部に取り出される。

【0009】なお、棒状振動波モータでは、支持棒105の先端に取り付けられたフランジ106も一体の系として振動体101の固有モードをフランジ106の振動振幅が非常に小さくなるように設計している。ロータ102の本環は慣性質量が十分大きく、振動体101の加振によって振動が励起されないように設計されている。また、ロータ102の接触バネ部102aは固有振動数が振動体の駆動周波数よりも十分高く、振動に追従するように設計されている。

【0010】また、振動体101の摩擦リング109cには、アルミニウム製の基材(アルミ地)109c'の表層をアルマイト処理することによって耐摩耗性を高めた摩擦層109c'を形成したものが用いられている。

また、ロータ102は耐摩耗性の高いステンレス鋼で形成され、焼入れをしてさらに耐摩耗性を向上させている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した振動波駆動装置としての振動波モータでは、振動体の中心軸の曲げ振動モードのみを用いているため、ロータ102の振動部102dおよび振動体の摩擦接触部の直径を大きくすることができず、そのために大きいトルクを発生することができなかった。

【0012】これについて図9を用いて説明する。図9(a)・(b)は、振動体の中心軸の曲げ振動モードのみを用いた振動体の振動を、模式的な断面図として示すものである。実線は振動のない状態、点線は振動による変形を示している。

【0013】(a)は円柱状の振動体であり、摩擦駆動部である上端面の外周部は、振動の節である点Oを中心とした円周方向に近い方向への変位のため、矢印で示すような変位となる。

【0014】これに対し(b)は、摩擦駆動部と中心軸の距離を大きくすることによって大トルクを得るという目的のため、上端部を(a)に示す振動体よりも径の大きい円板状とした振動体であり、(a)の場合と同様に、摩擦駆動部である上端面外周部は振動の節である点O'を中心とした円周方向に近い方向への変位となるが、上端面外周部の位置が、点O'に対して径方向に近い場所に位置するため、摩擦接触部である上端面外周部の振動変位は、図中の矢印に示されるように、r方向変位が極めて小さいものとなっている。

【0015】振動体の中心軸の曲げ振動モードのみを用いる振動波モータの回転速度は、摩擦接触部のr方向変位に比例し、また、摩擦接触部の直径に反比例する。したがって図9(b)に示した振動体を用いた振動波モータは、十分な回転速度が得られない。

【0016】以上のように、振動体の中心軸の曲げ振動モードのみを用いた振動波モータは、振動体の摩擦接触部の径を大きくできないため、大トルクを得るのが困難であった。

【0017】また、振動体と移動体の加圧力を大きくすることで大トルクを得ることも可能であるが、摩擦接触部の摩耗が大きくなるため、モータの寿命が短くなるという問題があった。

【0018】本出願に係る発明の目的は、モータの出力および出力トルクを増大させることができる振動波駆動装置を提供しようとするものである。

【0019】

【課題を解決するための手段】本出願に係る発明の目的を実現する第1の構成は、駆動用の電気-機械エネルギー変換素子に交番信号を印加することにより、駆動用の振動が形成される振動体を有する振動波駆動装置におい

て、前記振動体は、前記電気-機械エネルギー変換素子により起振用の進行波が形成される起振用振動体部と、前記起振用振動体部の振動により励振されて駆動用進行波が形成される駆動用振動体部とが一体に形成されるものである。

【0020】本出願に係る発明の目的を実現する第2の構成は、駆動用の電気-機械エネルギー変換素子に交番信号を印加することにより、駆動用の振動が形成される振動体と、前記振動体と加圧接触する接触体とを有し、前記振動体と前記接触体とが相対移動する振動波駆動装置において、前記振動体は、前記電気-機械エネルギー変換素子により起振用の進行波が形成される起振用振動体部と、前記起振用振動体部の振動により励振されて駆動用進行波が形成される駆動用振動体部とが一体に形成されるものである。

【0021】本出願に係る発明の目的を実現する第3の構成は、上記第1または第2の構成において、前記振動体の起振用振動体部は柱状に形成され、前記駆動用振動体部は円板状に形成され、前記起振用振動体部の軸中心と前記駆動用振動体部の軸中心とを略一致させて一体に形成したものである。

【0022】本出願に係る発明の目的を実現する第4の構成は、上記第1、第2または第3の構成において、前記振動体の起振用振動体部には前記電気-機械エネルギー変換素子により曲げ振動の合成で起振用の進行波が形成され、前記駆動用振動体部には、前記起振用の進行波により、前記駆動用振動体部の平面方向における曲げ変位による駆動用の進行波が形成されるものである。

【0023】本出願に係る発明の目的を実現する第5の構成は、上記第1、第2、第3または第4の構成において、前記振動体の前記起振用振動体部は、振動変位拡大用の切欠き部を有するものである。

【0024】本出願に係る発明の目的を実現する第6の構成は、上記いずれかの構成において、前記振動体は、前記駆動用振動体部の駆動用進行波が形成される駆動面を凸部としたものである。

【0025】本出願に係る発明の目的を実現する第7の構成は、上記第2、第3、第4、第5または第6の構成において、前記接触体を移動体とし、回転駆動される前記接触体の回転力が伝達されて出力を取り出す回転出力部材を有するものである。

【0026】本出願に係る発明の目的を実現する第8の構成は、駆動用の電気-機械エネルギー変換素子に交番信号を印加することにより、駆動面に駆動のための振動を形成する振動体と、前記振動体の駆動面に加圧手段を介して接触する接触体とを有し、前記振動体と前記接触体とは摩擦駆動により相対移動する振動波駆動装置において、前記振動体は、前記電気-機械エネルギー変換素子の駆動により中心軸に対して曲げ振動を発生する振動体柱状部と、前記振動体柱状部の中心軸に直交する円板

のたわみ振動を発生する振動体円板部を有し、前記振動体円板部のたわみ振動モードと前記振動体柱状部の中心軸の曲げ振動モードの連成振動を生じさせることによって、振動体の摩擦接触部に駆動のための振動を生じさせるものである。

【0027】本出願に係る発明の目的を実現する第9の構成は、上記第8の構成において、中心軸の曲げ振動モードを生じさせる振動体柱状部に、中心軸に垂直な平面での断面積が他の部分よりも小さいくびれ部を有するものである。

【0028】本出願に係る発明の目的を実現する第10の構成は、上記第8または第9の構成において、円板のたわみ振動モードを生じさせる前記振動体円板部に、前記接触体と加圧接触する径方向から見て凸形状の摩擦接触部を有するものである。

【0029】本出願に係る発明の目的を実現する第11の構成は、上記第8、第9または第10の構成において、前記振動体は、前記振動体柱状部の軸方向に対して対称の位置に前記振動体円板部を設け、前記各振動体円板部の摩擦接触部に対応して前記接触体をそれぞれ配置したものである。

【0030】本出願に係る発明の目的を実現する第12の構成は、上記第8、第9、第10または第11の構成において、前記接触体を移動体とし、回転駆動される前記接触体の回転力が伝達されて出力を取り出す回転出力部材を有するものである。

【0031】本出願に係る発明の目的を実現する第13の構成は、上記第11の構成において、軸方向に沿って前記振動体を複数組配置し、前記複数組の各振動体に対応の前記各接触体の出力を取り出すようにしたものである。

【0032】本出願に係る発明の目的を実現する第14の構成は、上記第1、第3、第4または第5の構成において、前記振動体の駆動力を用いて被駆動体を駆動するようにしたものである。

【0033】本出願に係る発明の目的を実現する第15の構成は、上記第2ないし第13のいずれかの構成において、前記接触体の駆動力を用いて被駆動体を駆動するものである。

【0034】

【発明の実施の形態】(第1の実施の形態)図1、図2、図3、図10、図11は本発明の第1の実施の形態を示す。

【0035】図1は本発明の特徴を最もよく表わす振動波モータの断面図であり、同図において、1は振動体で、金属等で形成されたくびれ部4aを有する弾性体4と押え体7との間に圧電素子5、圧電素子5に交流電圧を印加するためのフレキシブル基板等で形成された給電部材6が挟持され、さらに弾性体4と支持体8のフランジ部8aとの間に金属等の弾性体で形成した円板3が軸

て、前記振動体は、前記電気-機械エネルギー変換素子により起振用の進行波が形成される起振用振動体部と、前記起振用振動体部の振動により励振されて駆動用進行波が形成される駆動用振動体部とが一体に形成されるものである。

【0020】本出願に係る発明の目的を実現する第2の構成は、駆動用の電気-機械エネルギー変換素子に交番信号を印加することにより、駆動用の振動が形成される振動体と、前記振動体と加圧接触する接触体とを有し、前記振動体と前記接触体とが相対移動する振動波駆動装置において、前記振動体は、前記電気-機械エネルギー変換素子により起振用の進行波が形成される起振用振動体部と、前記起振用振動体部の振動により励振されて駆動用進行波が形成される駆動用振動体部とが一体に形成されるものである。

【0021】本出願に係る発明の目的を実現する第3の構成は、上記第1または第2の構成において、前記振動体の起振用振動体部は柱状に形成され、前記駆動用振動体部は円板状に形成され、前記起振用振動体部の軸中心と前記駆動用振動体部の軸中心とを略一致させて一体に形成したものである。

【0022】本出願に係る発明の目的を実現する第4の構成は、上記第1、第2または第3の構成において、前記振動体の起振用振動体部には前記電気-機械エネルギー変換素子により曲げ振動の合成で起振用の進行波が形成され、前記駆動用振動体部には、前記起振用の進行波により、前記駆動用振動体部の平面方向における曲げ変位による駆動用の進行波が形成されるものである。

【0023】本出願に係る発明の目的を実現する第5の構成は、上記第1、第2、第3または第4の構成において、前記振動体の前記起振用振動体部は、振動変位拡大用の切欠き部を有するものである。

【0024】本出願に係る発明の目的を実現する第6の構成は、上記いずれかの構成において、前記振動体は、前記駆動用振動体部の駆動用進行波が形成される駆動面を凸部としたものである。

【0025】本出願に係る発明の目的を実現する第7の構成は、上記第2、第3、第4、第5または第6の構成において、前記接触体を移動体とし、回転駆動される前記接触体の回転力が伝達されて出力を取り出す回転出力部材を有するものである。

【0026】本出願に係る発明の目的を実現する第8の構成は、駆動用の電気-機械エネルギー変換素子に交番信号を印加することにより、駆動面に駆動のための振動を形成する振動体と、前記振動体の駆動面に加圧手段を介して接触する接触体とを有し、前記振動体と前記接触体とは摩擦駆動により相対移動する振動波駆動装置において、前記振動体は、前記電気-機械エネルギー変換素子の駆動により中心軸に対して曲げ振動を発生する振動体柱状部と、前記振動体柱状部の中心軸に直交する円板

のたわみ振動を発生する振動体円板部を有し、前記振動体円板部のたわみ振動モードと前記振動体柱状部の中心軸の曲げ振動モードの連成振動を生じさせることによって、振動体の摩擦接触部に駆動のための振動を生じさせるものである。

【0027】本出願に係る発明の目的を実現する第9の構成は、上記第8の構成において、中心軸の曲げ振動モードを生じさせる振動体柱状部に、中心軸に垂直な平面での断面積が他の部分よりも小さいくびれ部を有するものである。

【0028】本出願に係る発明の目的を実現する第10の構成は、上記第8または第9の構成において、円板のたわみ振動モードを生じさせる前記振動体円板部に、前記接触体と加圧接触する径方向から見て凸形状の摩擦接触部を有するものである。

【0029】本出願に係る発明の目的を実現する第11の構成は、上記第8、第9または第10の構成において、前記振動体は、前記振動体柱状部の軸方向に対して対称の位置に前記振動体円板部を設け、前記各振動体円板部の摩擦接触部に対応して前記接触体をそれぞれ配置したものである。

【0030】本出願に係る発明の目的を実現する第12の構成は、上記第8、第9、第10または第11の構成において、前記接触体を移動体とし、回転駆動される前記接触体の回転力が伝達されて出力を取り出す回転出力部材を有するものである。

【0031】本出願に係る発明の目的を実現する第13の構成は、上記第11の構成において、軸方向に沿って前記振動体を複数組配置し、前記複数組の各振動体に対応の前記各接触体の出力を取り出すようにしたものである。

【0032】本出願に係る発明の目的を実現する第14の構成は、上記第1、第3、第4または第5の構成において、前記振動体の駆動力を用いて被駆動体を駆動するようにしたものである。

【0033】本出願に係る発明の目的を実現する第15の構成は、上記第2ないし第13のいずれかの構成において、前記接触体の駆動力を用いて被駆動体を駆動するものである。

【0034】

【発明の実施の形態】(第1の実施の形態)図1、図2、図3、図10、図11は本発明の第1の実施の形態を示す。

【0035】図1は本発明の特徴を最もよく表わす振動波モータの断面図であり、同図において、1は振動体で、金属等で形成されたくびれ部4aを有する弾性体4と押え体7との間に圧電素子5、圧電素子5に交流電圧を印加するためのフレキシブル基板等で形成された給電部材6が挟持され、さらに弾性体4と支持体8のフランジ部8aとの間に金属等の弾性体で形成した円板3が軸

方向と直交する方向に沿って平面を有するように挟持され、押え体7の外側のナット9を支持体8のネジ部8bに螺着することにより、ボルト状の支持体8のフランジ部8aと支持体8のネジ部8bに螺着されているナット9の間に挟持される。したがって、本実施の形態の振動体1は図11に示す縦断面が略T形状をなすことになる。

【0036】円板3の片面には、図2に示す形状の摩擦接触部材2が接着等の接合方法で取り付けられており、この摩擦接触部材2は、等ピッチで凸部が円周状に配置されており、SUS等の材料をプレス成形等の手段で加工して形成される。なお、この摩擦接触部材2を円板3と一体に形成するようにしてもよい。

【0037】10は本環10aに接着等により耐摩耗用の例えばアルミナで構成された摺動部材10bを接合した構成の接触体としての移動体であり、フランジ11に回転可能に軸支されたギヤ12と、移動体10の間に設けられた加圧バネ13によって、移動体10は振動体1の摩擦接触部材2に加圧接触している。

【0038】なお、摩擦接触部材2は軸方向にバネ性を有するため、移動体との接触が均一になっている。フランジ11は、支持体8の上部ネジ部8cに螺着されている上部ナット14と支持体8の円周状突起8dに挟持されることによって振動体1に固定されており、かつこの振動波モータを駆動源とする装置内に装着の際は、このフランジ11を固定する。

【0039】ギヤ12は、係合部12aで移動体10と周方向に拘束しあうように係合しており、したがって移動体10とギヤ12は、一体で回転可能である。

【0040】以上のように構成された振動波モータの動作および圧電素子5の構成について以下に説明する。

【0041】(不図示)の駆動回路により給電部材6を介して圧電素子5に周波数が後述の振動体の軸曲げ—円板たわみ連成モードの固有振動数に近く、時間的位相差が 90° である2相の交流電圧を印加する。

【0042】圧電素子5は図10に示すように、厚さ方向に分極されており、図中A+、およびB+の領域に対して、A-、B-の領域は分極方向が反対になっている。また、圧電素子5の給電部材6と接する面には、A+・A-・B+・B-の4つの領域別に蒸着、もしくは印刷による領域別電極が施されていて、給電部材6を介して交流電圧が印加される。

【0043】また、圧電素子5の給電部材6と接する面と反対の面には、全領域共通の共通電極が施されていて、弾性体4、円板3、支持体8、フランジ11を介してグランド電位となっている。

【0044】給電部材6を介して圧電素子5に印加される2相の交流電圧のうち、1相はA+、A-に対応する領域別電極に印加され、A+領域の軸方向の伸縮運動と、それと逆相となるA-領域の軸方向の伸縮運動を生

じさせる。

【0045】また、時間的位相が 90° 異なる他の1相はB+・B-に対応する領域別電極に印加され、B+領域にはA+領域で生ずるのとは時間的位相が 90° 異なる軸方向の伸縮運動が生じ、B-領域にはB+領域で生ずるのとは逆相の軸方向の伸縮運動が生じる。

【0046】これらの伸縮運動の周期は、印加した交流電圧の周期に等しく、結局圧電素子5の軸方向に収縮している部分と反対側が必ず伸張し、この変形が交流電圧の周期で軸周りに回転することになる。

【0047】以上に述べた圧電素子5の伸縮変形運動により、振動体1には、模式的に図3および図11に示したように、軸部には曲げ振動であって、円板3にはたわみの振動(以下軸曲げ—円板たわみ連成モードと称す)が励起される。

【0048】図11は、従来例を示す図9(b)に対応した図で、中心軸を含む断面図であり、点線が振動による変形を示す。

【0049】図3において、実線で示す部分は振動体1の円板3の変形を中立面の変形のみで表わしたものであり、また一点鎖線で示す部分は振動体1の円板3以外の部分(以下円柱部)の変形を中立軸の変形のみで表わしたもので、中心の円柱部における曲げ振動は2節の振動であり、円板3における振動は、節直径が1つ且つ節円が2つの円板たわみ振動である。

【0050】本実施の形態において、円板3にこのような振動モードを生じさせるための構成は、円板3の振動の節直径を1つとすると共に(図3中の直線1)、振動の節円を2つ(図3中の点線で示す円と実線の最外周の円)とする円板たわみモードの共振周波数を円柱部の振動の節を2つの軸曲げモードの共振周波数に略一致させるようにすることで達成している。すなわち、圧電素子5の駆動により振動体1の円柱部が軸方向に対して曲げ振動すると、振動体1の円板3には軸周りに2波(円柱部の曲げ方向と同方向と、これに対向する方向の2方向にそれぞれ進行波のピークが形成される)の進行波が形成されることになる。

【0051】通常、円板たわみモードの共振周波数は、節直径および節円が大きいほど高くなり、また板厚や材料のヤング率が大きいほど高くなる傾向にある。

【0052】本実施の形態の振動体1の円板3の形状は単純ではないため、解析的に円板たわみモードの共振周波数を求めるのは困難であるが、上述の傾向と有限要素法による計算により、前述円板たわみモードの共振周波数と円柱部の軸曲げモードの共振周波数を一致させ、その結果、振動体1はこの2つのモードが連成した軸曲げ—円板たわみ連成モードを有することになる。

【0053】そして、圧電素子5の伸縮運動の変形が軸周りに回転するので、図3に示した軸曲げ—円板たわみ連成モードの振動による変形が印加した交流電圧の周期

で軸周りを回転する。

【0054】なお、振動の節直径の数は1が望ましいが、それに限るものではなく、また節・腹・節円の数以上に限るものではない。

【0055】そして、その振動を円板たわみモードの振動の腹である図3中の円Sの位置のみで観測すると、円周方向に進行する1波のたわみ進行波となっている。このたわみ振動の軸方向の振幅を a 、角速度を ω_0 、円S上の周方向座標を θ とすると、円板たわみ振動の中立面における円S上の軸方向変位 Z は、以下の進行波の式で表される。

$$【0056】Z = a \sin(\theta - \omega_0 t)$$

いま、円S上に位置する円板表面のある質点の位置を P とし、たわまない状態の位置を P_0 とすると、 P_0 から P への軸方向の変位 Z_p は、たわみ角を ψ 、円板の板厚を T とすると

$$Z_p = a \sin(\theta - \omega_0 t) - (T/2)(1 - \cos \psi)$$

であるが、 ψ はきわめて小さい値なので

$$Z_p \approx a \sin(\theta - \omega_0 t)$$

と近似できる。また、 P_0 から P への周方向への変位 x_p は、

$$x_p = -(T/2) \sin \psi \approx -(T/2) \psi$$

となる。円Sの半径を r とすると、

$$x = \theta r$$

であるので、たわみ角 ψ は次式で与えられる。

$$V'_{\max} = -(\omega_0 a (T + 2T')) / 2r \quad \dots (1)$$

となり、加圧接触される移動体10は、この速度を有する進行波頂上に接することにより、進行波の方向と逆に回転する。

【0062】このように、径方向から見て凸形状の摩擦接触部材を有することにより、移動体10の回転速度は増大する。

【0063】また、振動体1のくびれ部4aは、図3において n で示す位置に相当するが、図に示されるように、円柱部(中心軸)の曲げ振動は、くびれ部4aにより円板部との結合部側で拡大されている。したがって、連成された円板モードの振幅も大きくなるため、式(1)の値も増大し、移動体10の回転速度は増大する。

【0064】以上のようにして回転する移動体2の回転力は、ギヤの係合部12aを介してギヤ12に伝達され外部に出力される。以上に述べた本実施の形態の振動波モータにおいて、従来例の振動波モータの約2倍の出力および出力トルクを得ることが可能になった。

【0065】(第2の実施の形態)図4は第2の実施の形態である振動波モータの断面図である。

【0066】本実施の形態では、同一の3組の振動体と、同一の4個の移動体を交互に同一軸上に重ね、4個の移動体が結合している出力シャフト29が回転し、出

【0057】 $\psi = dZ/dx = (d/dx) a \sin(x/r - \omega_0 t) = (a/r) \cos(\theta - \omega_0 t)$ したがって周方向の変位 x_p は、

$$x_p \approx -(aT/2r) \cos(\theta - \omega_0 t)$$

と近似でき、ロータを送る方向への変位が得られていることがわかる。軸方向の変位 Z_p と周方向の変位 x_p との関係式は

$$(Z_p/a)^2 + (x_p/(aT/2r))^2 = 1$$

となり、円S上に位置する円板表面の質点は、楕円軌跡を描く。

【0058】また、周方向の変位 x_p の速度 v は、

$$v = dx_p/dt$$

$$= -(\omega_0 aT/2r) \sin(\theta - \omega_0 t)$$

となる。図3中のたわみの頂点 m 上に位置する円板表面では速度 v が最大となり、次式で表わされる。

$$【0059】v_{\max} = -\omega_0 aT/2r$$

なお、進行波と反対方向の速度である。

【0060】一方、移動体10と接する摩擦接触部材2の頂点は、図3中の円S上に一致するように設けており、円板表面より中立面からの距離が摩擦接触部材2の軸方向厚さ分だけ大きくなる。

【0061】したがって、摩擦接触部材2の頂点での楕円運動は、摩擦接触部材2の軸方向厚さを T' とすると、円板の板厚が $T + 2T'$ である場合の円S上の円板表面と同様の楕円運動となる。したがって摩擦接触部材2の頂点での最大速度 V'_{\max} は

力となる。

【0067】15は振動体であり、振動体1を構成する符号2から6の部材は第1の実施の形態におけるものと同一で、同じ機能を有するが、摩擦接触部材2、円板3、弾性体4がそれぞれ2個ずつ、同一の振動体内で上下対称に配置され、給電部材6、圧電素子5、支持部材16とともに中空ボルト17および中空ボルト17に螺着されるナット18に挟持された構造となっている。

【0068】このように、図4中、円柱部の上側と下側の両側に円板部を設けた構造とし、第1の実施の形態と同様に圧電素子5に交流電圧を印加することにより、第1の実施の形態と同様の円柱部の曲げ振動、及び両方の円板部のたわみ振動が生ずるが、これらの振動変位は方向・大きさとも振動体内ではほぼ上下対称である。

【0069】したがって、振動体15の上下両端に加圧接触する移動体19は、振動体15の上下端の摩擦接触部材2から同一回転方向の同じ大きさの力を受け、同じ回転速度で回転する。

【0070】さらに、3組の振動体の圧電素子5には同一の交流電圧が印加されるため、これらの振動体に加圧接触する4個の移動体19は同一回転方向の同じ大きさの力を受け、同じ回転速度で回転する。

【0071】4個の移動体19は、出力シャフト29に

接合された移動体固定部材20と係合することによって、出力シャフト29と周方向には固定、軸方向には自由となるように拘束されているため、4個の移動体19の回転力は出力シャフト29に伝達され、ケース21の外の負荷へ出力される。

【0072】なおケース21に固定されたスラスト軸受22と加圧バネ台座23の間に設けられた加圧バネ24は、出力シャフト14に接合された加圧受け板25との間で加圧バネ台座23、ゴムリング26、フェルト27を介して3組の振動体と4個の移動体を加圧し、移動体19と摩擦接触部材2の間に摩擦力を生じさせる。

【0073】また、支持部材16は、図5の平面図に示すような例えばリン青銅板のような薄板であり、3カ所の脚部16aがケース継ぎ部28によって挟持され、また、中央部16bが振動体15内に挟持されることにより、振動体1の振動や、移動体と振動体の加圧力を阻害することなく振動体1を支持・固定している。

【0074】以上に述べた第2の実施の形態の振動波モータは、従来例の振動波モータの約10倍の出力および出力トルクを得ることが可能になった。

【0075】なお、第2の実施の形態においては、3組の振動体と4個の移動体を用いて1個のモータとしたが、必要な出力に応じて振動体や移動体の個数を他の数としても良い。

(第3の実施の形態) 図6は第3の実施の形態を示す。

【0076】図6は第2の実施の形態の振動波駆動装置としての振動波モータを駆動源として用いたカメラのフィルム給送装置を示している。この図において、Mは上記振動波モータであり、巻き上げスプール55内に収容される。51は不図示のカメラ本体に取り付けられる底板であり、52は振動波モータMの出力軸に固定のギヤ71の外周ギヤ部に噛合する太陽ギヤ、53はこの太陽ギヤ52に噛合する遊星ギヤである。これらギヤ52、53は遊星クラッチを構成し、振動波モータMの回転方向に応じて二段ギヤ54(54a)、56(56a)に選択的に噛合する。

【0077】二段ギヤ54(54b)は巻き上げスプール55に形成されたギヤ部55aに常時噛合しており、二段ギヤ56(56b)はウォームギヤ57に常時噛合している。ウォームギヤ57は、伝達軸58を介してウォームギヤ59に連結されており、ウォームギヤ59はフォーク62に一体形成されたフォークギヤ61に噛合している。

【0078】70は底板51に固定された固定部材であり、モータM、ギヤ52、56、54を支持している。

【0079】このように構成されたフィルム給送装置では、モータMが巻き上げ方向(図中の矢印方向と反対方向)に回転すると、遊星ギヤ53が図中鎖線53aで示した位置に移動し、モータ回転力が二段ギヤ54を介して巻き上げスプール55に伝達される。これにより、フ

ォーク62にカートリッジ内スプールを係合させてカメラに充填された不図示のフィルムカートリッジのフィルムを巻き上げスプール55によって巻き上げることができる。

【0080】一方、モータMが巻き戻し方向(図中の矢印方向)に回転すると、遊星ギヤ53が図中実線で示した位置に移動し、モータ回転力は二段ギヤ56、ウォームギヤ57、伝達軸58、ウォームギヤ59およびフォークギヤ61を介してフォーク62に伝達される。これによりフォーク62に係合したカートリッジ内スプールを回転駆動してフィルムカートリッジにフィルムを巻き戻すことができる。

【0081】以上のフィルム給送装置では、第2の実施の形態の振動波モータを用いているが、第1の実施の形態の振動波モータを用いるのでもよく、この場合ギヤ71は第1の実施の形態の振動体におけるギヤ12を用いる。

【0082】このようなフィルム給送装置に第1または第2の実施の形態にて説明した振動波モータを用いることにより、フィルムの巻き上げ力や巻き戻し力の強力なフィルム給送装置を実現できる。

【0083】なお、上記した各実施形態においては、振動体を固定し、移動体を移動させるようにしているが、本発明の振動波駆動装置はこれに限定されるものではなく、振動体を固定レールに加圧接触させ、該移動体を固定レールに沿って移動させるようにしてもよく、また振動体に対して紙やカード等を載置し、紙やカード等を搬送するようにしたものでも良い。

【0084】

【発明の効果】以上説明したように、本出願に係る発明によれば、圧電素子などの電気-機械エネルギー変換素子により振動体を構成する起振用振動体部または振動体柱状部に曲げ振動の合成により形成した進行波で、駆動面を有する駆動用振動体部または振動体円板部に曲げ変位の進行波を形成するようにした、すなわち、円板のたわみ振動を中心軸の曲げ振動に連成させ、駆動用振動体部または振動体円板部に駆動振動を形成するようにしたので、駆動用振動体部または振動体円板部の駆動部の径を大きくすることができ、その結果大出力および大トルクを得ることができるようになった。

【0085】また、本発明においては、駆動用振動体部または振動体円板部の駆動部の径に比較して電気-機械エネルギー変換素子の径を小さくすることができるので、経済性に優れた振動波駆動装置を得ることができる。

【0086】また、振動体の中心軸の曲げ振動を生じさせる起振用振動体部または振動体柱状部に、切欠き部を設けることにより、振動体の中心軸の曲げ振動の振幅を拡大し、その結果、より大きな移動体回転速度を得ることができる。

【0087】さらに、振動体の駆動用振動体部または円板部に、例えば接触体と加圧接触する凸部を設けたので、振動体の駆動用振動体部または円板部のたわみ振動で生ずる周方向変位を拡大し、その結果、より大きな回転速度を得ることができる。

【0088】また、振動体の軸方向両側部にそれぞれ例えば円板部を結合し、振動体の形状および振動モードが、柱状部を二分する面を中心に対称な形状であることを利用して、各々の円板部に対応して接触体をそれぞれもうけたので、さらに大きい出力およびトルクを得ることができる。さらには、この振動体を複数組用意し、これに対応して接触体を用意することで、さらに大きい出力およびトルクを得ることができる。

【0089】また、従来振動体と接触体（移動体）の加圧力を増して大トルクを得る場合には、摩擦接触部材の摩擦により寿命が短くなっていたが、このようなこともない。

【0090】また、このようなモータで被駆動体を駆動することにより、高性能の振動波駆動装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の振動波モータの断面図。

【図2】図1の摩擦接触部材の斜視図。

【図3】図1の振動波モータの軸曲げ—円板たわみ連成モードを説明する図。

【図4】本発明の第2の実施の形態の振動波モータの断面図。

【図5】図3の支持部材の平面図。

【図6】本発明の第3の実施の形態であるカメラの給送装置の斜視図。

【図7】従来の振動波モータの断面図。

【図8】図7の摩擦接触部の拡大断面図。

【図9】(a)、(b)は図7のモータの振動状態を示す図。

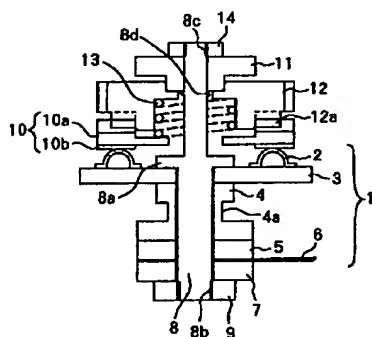
【図10】図1の圧電素子の斜視図。

【図11】図1の振動波モータの振動体の振動状態を示す図。

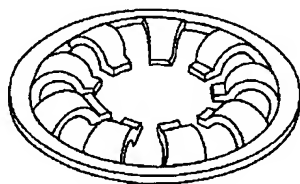
【符号の説明】

- 1, 15 振動体
- 2 摩擦接触部材
- 3 円板
- 4 弾性体
- 5 圧電素子
- 6 給電部材
- 7 押え体
- 8 支持体
- 9, 18 ナット
- 10, 19 移動体
- 11 フランジ
- 12 ギヤ
- 13, 24 加圧バネ
- 14 上部ナット
- 16 支持部材
- 17 中空ボルト
- 20 移動体固定部材
- 21 ケース
- 22 スラスト軸受

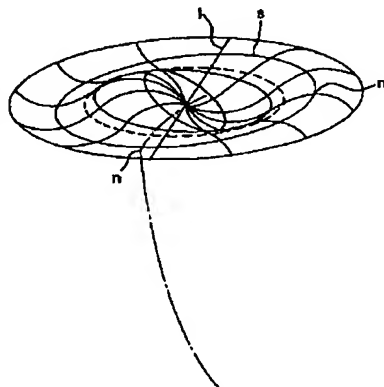
【図1】



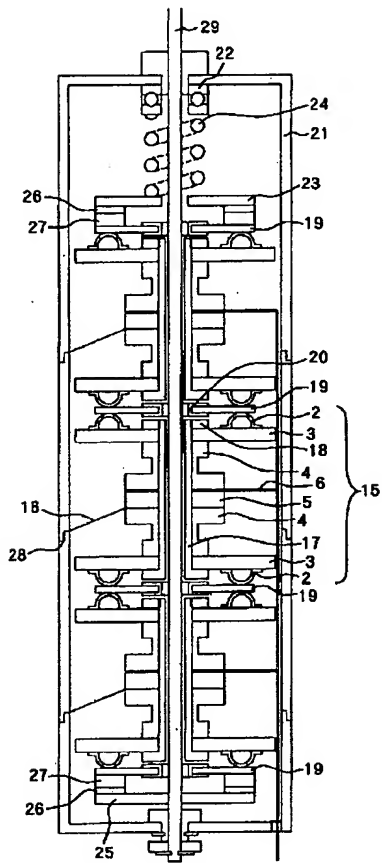
【図2】



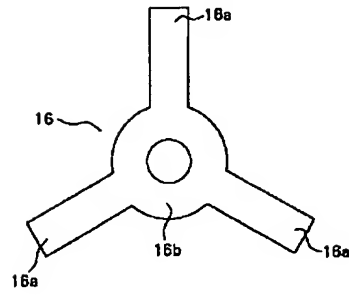
【図3】



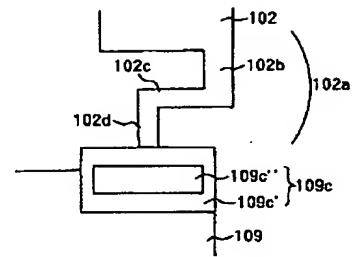
【図4】



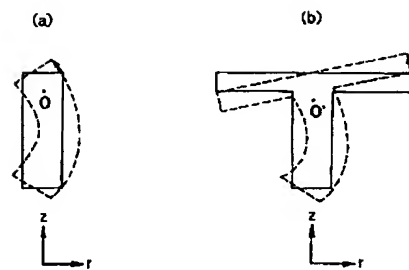
【図5】



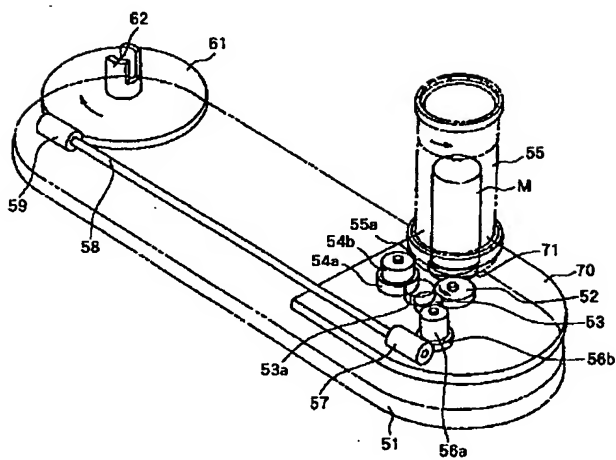
【図8】



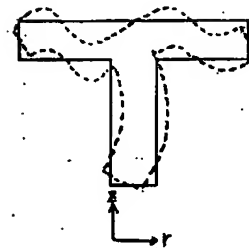
【図9】



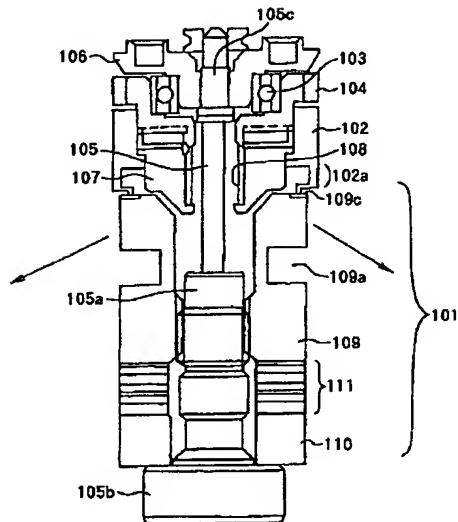
【図6】



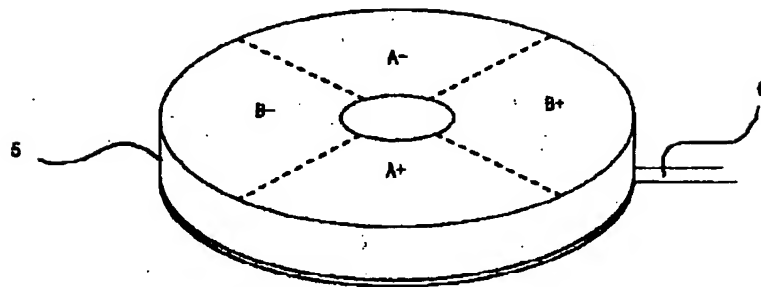
【図11】



【図7】



【図10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H680 AA01 AA04 AA19 BB03 BB16
BB19 BB20 BC01 CC07 DD01
DD02 DD15 DD23 DD27 DD39
DD40 DD53 DD55 DD57 DD66
DD74 DD83 DD85 DD92 DD97
EE07 EE10 EE12 EE13 FF04
FF08 FF13 FF33 FF36 GG25
GG27